

## EINBINDUNG VON MULTIMEDIA-ELEMENTEN IN EXISTIERENDE PHYSIKKURSE

Frank Schweickert\*, Daniel Roth\*, und Hansjörg Jodl\*

\*Universität Kaiserslautern, Erwin-Schrödinger-Str.46, 67663 Kaiserslautern

(Eingegangen: 10.10.2001; Angenommen: 14.02.2002)

### Kurzfassung

Der Früheinstieg ins Physikstudium (FiPS) ist ein Fernstudium für Hauptfachstudenten der Physik<sup>1</sup>. Es versorgt in jedem Semester etwa 100 Studenten, hauptsächlich Wehr- oder Zivildienstleistende, mit Vorlesungen der ersten beiden Fachsemester per Internet. FiPS-Vorlesungen folgen gedruckten Lehrwerken oder Vorlesungsskripten. Dabei bieten tabellarische Lernanleitungen, die wöchentlich im Web herausgegeben werden, einen Rahmen für die geplanten Aktivitäten der Teilnehmer. Sie beziehen sich auf spezielle Gegenstände des Lehrbuchs, enthalten Leitfragen als Konzentrationshilfe, inhaltliche Anmerkungen, Hinweise zur erwarteten Bearbeitungsintensität und insbesondere kontextbezogene Querverweise zu Multimediaanwendungen.

Wir kommen zu dem Ergebnis, dass die Kombination klassischer Lehrbücher und tabellarischer Lernanleitungen einige Vorzüge gegenüber der Verwendung aufwändig gestalteter Multimedia-Lernumgebungen hat. Dieser Artikel ist daher als eine methodisch-praktische Anregung für Dozenten zu verstehen, die schrittweise ihr Kurrikulum um multimediale Elemente bereichern möchten, insbesondere auch dann, wenn nicht eine kleinschrittige programmierte Unterweisung das Ziel ist.

### 1. Eine Anregung aus der Fernlehre

Fernlehre hat das offensichtliche Anliegen, frontale Unterrichtsformen durch neue Techniken für unabhängiges, aktives Lernen sowie für Kooperation und Feedback zu ersetzen. Einige der praktischen Lösungen aus dem Fernstudienbereich könnten daher auch auf die Präsenzlehre ausstrahlen, der ebenfalls an aktivem und kooperativem Lernen gelegen sein sollte. Hier beschreiben wir eine vergleichsweise einfache Technik aus unserem eigenen Fernstudienprojekt, die es uns erlaubt, Lehrbuchinhalte mit eigenen Anmerkungen der Dozenten und Multimediaanwendungen in flexibler Weise zu kombinieren.

Sicherlich ist die tabellarische Struktur der im folgenden vorgestellten Lernanleitungen für sich allein genommen noch keine Neuheit. Wir zeigen sie dennoch, weil sie Lehrkräfte an Hochschulen (und vielleicht auch an Schulen) ermutigen mag, heterogene Quellen wie Multimediaanwendungen, Webverweise und Lehrbuchinhalte in effizienter Weise in ihre bereits vorhandenen Lehrentwürfe einzubinden. Ein Beispiel wäre ein grobmaschiges tabellarisches Raster, in dem verschiedenartige Inhalte einer Vorlesung – gedruckt oder multimedial – in einer übersichtlichen Form miteinander verbunden werden. Ein weitergehendes Ziel wäre die kleinschrittige Form der programmierten Unterweisung, für die es sowohl in gedruckter Form als auch im Bereich des computergestützten Lernens (CBL) vielfältige Beispiele gibt<sup>2</sup>.

Es wäre zu prüfen, ob nicht einige der enormen Ausgaben für die Entwicklung aufwändiger multimedialer Lernumgebungen – zumindest in einer ersten Projektphase – zugunsten dieser technisch anspruchsloseren und dabei ergonomischen Lösung eingespart werden können.

### 2. Tabellarische Lernanleitungen im FiPS

Der Kaiserslauterer Physikfernstudiengang FiPS (Früheinstieg ins Physikstudium) bietet drei Kurse unterschiedlicher Dozenten an, die im Prinzip jedes Jahr wechseln können. Ein Kurs „Einführung in die Physik“ entspricht der typischen Experimentalvorlesung der ersten beiden Fachsemester mit vielen Vorlesungsexperimenten. Sie macht intensiven Gebrauch von höherer Mathematik wie Vektoranalysis oder Differentialgleichungen, welche in der Regel für diesen Zweck nicht ausreichend in der Schule behandelt werden können. Diese mathematischen Begriffe werden in einer theoretischen Ergänzungsvorlesung zunächst anschaulich vermittelt, bis der dritte Kurs „Mathematik“ am Ende des zweiten Semesters eine Begründung auf Niveau eines mathematischen Hauptfachstudiums nachreichen kann.

Dozenten aller drei Fernkurse benutzen tabellarische Lernanleitungen, die Lehrbüchern bzw. Vorlesungsskripten folgen. Allerdings macht bislang nur der physikalische Einführungskurs ausgiebig Gebrauch von der Möglichkeit, zusätzliche Verweise auf multimediale Inhalte u.a. einzubinden. Hier wird besonders deutlich, welche integrierende Funk-

tion der Tabelle als Zwischenschicht zwischen der heterogenen Sammlung von Lehrmaterialien und dem aktuellen Kurrikulum zukommt. Abbildung 1 zeigt die typische Anlage unserer tabellarischen Lernanleitungen. Der spezielle Inhalt ist jedoch nicht repräsentativ für unseren Lehrstil im ganzen, da verschiedene Themen unterschiedliche methodi-

sche Zugänge erfordern. Jede Woche führt die Tabelle durch etwa 30-50 Seiten im Lehrbuch. Voraus geht ein kurzer einleitender Text des Dozenten zur Übersicht; der Tabelle folgen gegebenenfalls einige Texte mit zusätzlichen Anmerkungen, die nicht gut in eine Tabellenzeile passen.

Kap.	Hinw.	Physik	Seite	Zeit
3		<b>Bewegte Bezugssysteme</b>	83	<b>2h45'</b>
	➔	Video: <a href="#">Galaktische Bezugssysteme</a>		<input type="checkbox"/>
3.1	④	<b>Relativbewegung</b>	83	<b>5'</b>
		Im Hinblick auf Kap. 3.5: <i>Wo wird hier "naiv" vorausgesetzt, dass die Zeit in A genauso vergeht wie in 0 und dass B, vom bewegten A aus gesehen, genauso weit weg ist, wie man es von 0 aus misst?</i>	83	
3.2	⑤	<b>Inertialsysteme und Galilei-Transformation</b>	83	<b>10'</b>
	⇨	IBE: <a href="#">Planetenbewegung</a> Machen Sie im Sonnensystem einen Bezugssystemwechsel und erklären Sie die Bahn des Mars am Firmament.		
	➔	Video: <a href="#">Intertial- und Nichtinertialsysteme</a>		<input type="checkbox"/>
		(Abb. 3.2.) <i>Machen Sie sich die Galilei-Transformation Glg. 3.7. möglichst anschaulich klar und suchen Sie experimentelle Belege auch für ihre scheinbar selbstverständlichen Aussagen. (... schließlich ist sie ja nicht 100% zutreffend! - s. Kap. 3.4...)</i>	84	<input type="checkbox"/>
	➔	<b>Anmerkung 1:</b> Inertialsysteme ( <a href="#">s.u.</a> )	84	<input type="checkbox"/>
		<i>Kann ein rotierendes Bezugssystem ein Inertialsystem sein? (Antwort: "Das kommt darauf an, ob...")</i>	84	<input type="checkbox"/>
	➔	Applet: <a href="#">Planetenbewegung</a>		<input type="checkbox"/>
3.3	③	<b>Trägheitskräfte</b>	85	<b>50'</b>
	⊗	(Abb. 3.4.) Im Kasten: $t = t'$ statt $l = l'$	85	
		(Abb. 3.4.) <i>Formulieren Sie analoge Gleichungen zu Glg. 3.7.</i>	85	<input type="checkbox"/>
		(Abb. 3.6.) <i>Aus welchen Kräften ergibt sich die Beschleunigung in a) und b) jeweils für mitbewegte und außenstehende Beobachter?</i>	86	<input type="checkbox"/>
	⇨	<b>Anmerkung:</b> In der klassischen Newton'schen Theorie ist ein frei fallender Fahrstuhl kein Inertialsystem, denn Schwerkraft und Scheinkraft gleichen sich nur "zufällig" genau [...]	86	<input type="checkbox"/>
		[...]		

**Abbildung 1:** Ein Ausschnitt aus einer tabellarischen Lernanleitung, der ein kurzer Einführungstext zur Übersicht vorangeht. Ausführliche Anmerkungen (hier Anmerkung 1) folgen der Tabelle. Aktivitäten mit multimedialen Elementen werden im FiPS eingesetzt, um die Teilnehmer zu qualitativen Überlegungen anzuregen, aber auch, um quantitative Aufgaben zu motivieren. Der Zugriff erfolgt über den FiPS-Medienserver oder CD-ROM. Die Tabelle gibt Gelegenheit zu Fehlerberichtigung im Lehrbuchtext, zusätzlichen Anmerkungen und Leitfragen als Konzentrationshilfen.

Die Spalten "Kapitel" und "Seite" beziehen sich auf das Lehrbuch. Sie dienen als Orientierungsrahmen, in den alle anderen Inhalte eingebunden sind. Die Spalte „Hinweise“ enthält verschiedene Symbole wie z.B. unterschiedliche Pfeile für verbindliche bzw. zusätzliche Verweise auf Multimediakomponenten, interessante Webadressen oder andere Quellen.

Bedeutsam für unsere Fernstudierenden sind insbesondere Angaben, die sie bei ihrer Zeiteinteilung unterstützen. Sie sind zumeist aus der Schule gewöhnt, alle dargebotenen Inhalte gründlich zu verstehen und müssen angesichts der enormen Stofffülle der Anfängervorlesung gleichmaßen vor Nachlässigkeit und vor Perfektionismus bewahrt werden. Physiker und Physikerinnen sollten lernen,

sich schnell einen Überblick über komplexes, hoch formalisiertes Wissen anzueignen, um das man sich mehrfach in verschiedenen Zusammenhängen bemühen muss, bevor ein befriedigendes Verstehen möglich ist. Aber auch für Dozenten ist die Rechenschaft über die Bearbeitungszeit für einen bestimmten Lehrinhalt eine wichtige Entscheidungshilfe.

Die Zahlen 1 bis 5 bezeichnen daher die von den Teilnehmern erwartete "Bearbeitungsintensität": Eine „5“ bedeutet etwa "Versuchen Sie jeden einzelnen Punkt, jede Gleichung nachzuvollziehen und diskutieren Sie offene Fragen mit Betreuern oder Kollegen, z.B. in den Newsgruppen!". Eine „1“ bedeutet hingegen: "Überfliegen Sie diesen Abschnitt, erkennen Sie seine Bedeutung im Zusammenhang mit anderen Abschnitten und identifizieren Sie Stichworte von besonderer Bedeutung!". Entsprechend steht Bearbeitungsintensität „3“ für: "Machen Sie sich soweit mit dem Abschnitt vertraut, dass Sie eine solide Basis für die Bearbeitung Ihrer wöchentlichen schriftlichen Einsendeaufgaben haben."

Die angegebene Bearbeitungsintensität steigt also mit der für einen Abschnitt (im Mittel) veranschlagten Lektürezeit und sinkt mit der Anzahl der dabei zu lesenden Seiten. Der geschätzte Zeitaufwand sollte dabei auch die Bedeutung eines Abschnitts im Curriculum widerspiegeln. Um die Bearbeitungsintensitäten schnell und konsistent festzulegen, hat sich in der Praxis eine einfache Formel in einem Tabellenkalkulationsprogramm bewährt<sup>3</sup>.

Die Tabellenspalte "Physik" enthält Leitfragen, um den Teilnehmern eine Konzentrationshilfe zur zielgerichteten gedanklichen Erfassung von Text, Abbildungen, Gleichungen usw. zu geben. Diese Spalte bietet zusätzliche Hinweise zum Inhalt, zu Freihand-Versuchen, die zu Hause durchgeführt werden sollen, und sie verweist insbesondere auf die multimedialbasierten Illustrationen und Aktivitäten im Zusammenhang. Die Hypertext-Version unserer Lernanleitungen im Internet enthält direkte Verknüpfungen zu Video Clips (Real Video® Streaming), fotorealistic interaktive Bildschirmexperimente<sup>4</sup> und zu Javasilulationen (zumeist Physlets® aufgrund ihrer sehr weitgehenden Anpassbarkeit<sup>5</sup>). Die gedruckte Fassung verweist hier auf unseren FiPS-Medienserver<sup>6</sup>, der bei Gelegenheit online aufgesucht werden kann bzw. auf CD-ROMs, die den Studenten per Post zugesandt werden.

### 3. Vergleich mit alternativen Techniken

Um die Vorteile tabellarischer Lernanleitungen bei der Integration von Multimedialelementen in vorgegebene Lehrbücher zu verdeutlichen, möchten wir zunächst an einige Alternativen erinnern:

- Die Dozenten veröffentlichen gelegentlich Listen mit Hinweisen auf Multimedialelemente, die den Studierenden in irgendeiner Weise zugänglich sind.
- Ausführliche Studienbriefe oder Vorlesungsskripte der Dozenten verweisen auf Multimediaanwendungen im Text.
- Man wählt ein Lehrbuch, das bereits Verweise auf Multimedialelemente auf CD-ROM oder im Web enthält.
- Ein vorprogrammiertes Hypermediasystem enthält Multimedialelemente in einem fertigen Physikkurs. Typischerweise werden diese Systeme auf CD-ROM, z.B. im Buchhandel vertrieben.
- Autorenwerkzeuge versetzen eine technisch versierte Lehrkraft in die Lage, ihren eigenen Hypermediakurs zu konstruieren<sup>7</sup>.

Keiner dieser Ansätze vereinigt jedoch alle der folgenden Vorteile tabellarischer Lernanleitungen:

- Ein **konsistentes Schema** dient als roter Faden durch verschiedenartige Lehrmaterialien mit der Option zu Verzweigungen zu zusätzlichem Material. Mit expliziten Auslassungen und fallabhängiger Bearbeitung von Textabschnitten kann auch die Tendenz von Lehrbüchern kompensiert werden, über den üblichen Inhalt der zugrundeliegenden Vorlesung hinauszugehen.
- Da Lehrende selten fremdes Material ohne Änderungen und ohne eigene Kommentare übernehmen wollen, ist es wichtig, dass der Aufwand **zum Erstellen und Überarbeiten** einer Lernanleitung minimal ist. Die modulare Struktur unabhängiger Tabellenzeilen erlaubt einfachstes Löschen, Kopieren, Einfügen und Ändern von Inhalten. Mit Fehlerberichtigungen und zusätzlichen Anmerkungen kann auf den laufenden Kurs reagiert werden.
- Es sind keine besonderen technischen Kenntnisse zur Erstellung der ersten Druckversion einer Tabelle erforderlich. Sobald diese aber einmal durch einen Dozenten erstellt ist, können Techniker sie sehr leicht in webfähige HTML-Tabellen oder aufwändigere Hypermediaformate umformen. So bietet sich ein leichter Einstieg in eine **Arbeitsteilung** für ehrgeizigere Projekte.
- Anders als bei einem gedruckten Lehrbuch erwartet man von einer Tabelle **keine Perfektion in allen Teilen**. In einem ersten Schritt können z.B. auch Zeilen mit Stichworten und Leitfragen Fragmente eines werdenden Vorlesungsskripts überbrücken.
- Besondere Symbole zeigen die **Wichtung verschiedener Lehrinhalte**. Sie geben eine

Zeitskala für unabhängiges Lernen. Dabei spielt eine Rolle, dass physikalische und mathematische Begriffe stark miteinander verwoben sind und die Motivation, sich um ihr Verständnis zu bemühen selten aus ihrer Definition folgt. Lernanleitungen vermitteln eine Übersicht darüber, welche Abschnitte wirklich im Detail nachvollzogen werden sollen und welche zunächst überflogen werden sollen, um Orientierung und Motivation für spätere Studien zu geben.

- Gedrucktes Material ist *ergonomischer* für eine umfangreiche Lektüre als die Darstellung von Text und Formeln auf dem Bildschirm. Mit tabellarischen Lehranleitungen wird die Bildschirmarbeit auf die Aktivitäten mit multimedialen Elementen beschränkt, die unbedingt am Computer ausgeführt werden müssen.
- Zusätzliche weiterführende Lektüre kann *Seite für Seite begleitet* werden, etwa mit Leitfragen und Erklärungen zu abweichender Notation. Zum Beispiel kann ein Abschnitt zu einem mathematischen Beweis oder einer technischen Anwendung aus einem anderen Lehrwerk mit einer Anmerkung versehen werden, die den Bezug herstellt.
- Ausgewählte Aktivitäten aus fremden Zusammenstellungen von Multimedia-Komponenten

oder auch aus einer gedruckten Sammlung von Rechenaufgaben können einbezogen werden, ohne für die Qualität der Quelle zu bürgen. Denn auch *fehlerhafte Materialien* können verwertet werden, wenn sie von einer neuen Aufgabenstellung, die unter Umständen gerade den Fehler zum Gegenstand haben kann, *richtig eingefasst* wird.

- Tabellarische Lernanleitungen bieten in der gedruckten Fassung eine *bündige Inhaltsübersicht zur Wiederholung*, etwa für eine Prüfung, wenn dies bereits bei der Formulierung der Leitfragen zu Schlüsselbegriffen berücksichtigt wird.

#### 4. Bewertung durch Studierende

Bei Befragungen unserer Teilnehmer fand eine Mehrheit die Merkmale unserer tabellarischen Lernanleitungen nützlich oder sogar sehr wichtig: Dieses Ergebnis könnte prinzipiell durch den Umstand verfälscht sein, dass etwa 50% unserer Teilnehmer den Kurs nicht bis zur abschließenden Klausur durchhalten. Dies liegt jedoch anderen Umfragen zufolge in der Regel an der Überforderung durch die Doppelbelastung während des Wehr- bzw. Zivildienstes. Hingegen wurde kaum Kritik an der Art der tabellarischen Lernanleitungen geäußert.

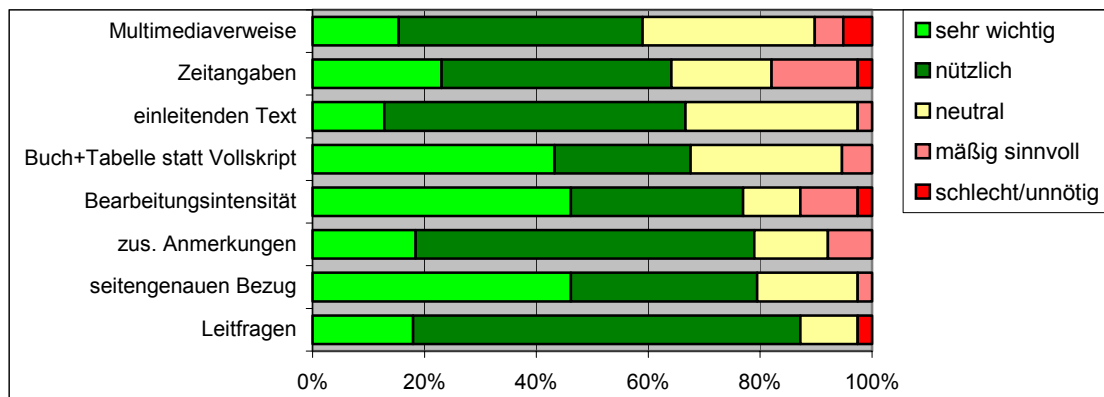


Abbildung 2: Eine Umfrage am Ende des Wintersemesters 00/01 mit den Antworten von 43 Studenten.

Nach Abbildung 2 schätzen die FiPS-Studenten Leitstrukturen, wie seitengenaue Bezüge oder Hinweise zu Bearbeitungsintensität und -zeit, eher als zusätzliches Material wie zusätzliche Anmerkungen und Multimedia. Die abgegebenen Kommentare lassen darauf schließen, dass die Attraktivität der zusätzlichen Inhalte eher von persönlichen Bedürfnissen und Geschmack abhängt, als dies bei den Anleitungen zur Strukturierung der Arbeit der Fall ist. Dieser Befund hängt sicher mit der isolierten Lernsituation der Fernstudenten zusammen. Andererseits könnte dies auch als Indiz dafür gewertet werden, dass durch die zentrale Stellung des Lehr-

buches alle weiteren Inhalte als „zusätzliche Arbeit“ empfunden werden, die Hinweise zur Bearbeitungsintensität hingegen als Entlastung. Da jedoch die positive Kritik zu allen Merkmalen der Lernanleitungen bei weitem überwiegt, sollte dies nicht überbewertet werden.

#### 5. Ausblick auf mögliche Einsatzfelder

Tabellarische Lernanleitungen könnten auch in der Präsenzlehre von Nutzen sein, insbesondere wenn in Zukunft Mischformen zwischen Fern- und Präsenzlehre erprobt werden sollten, wie dies gegen-

wärtig diskutiert wird<sup>8</sup>. Als ein konkretes Szenario könnte man eine Lehrkraft annehmen, die vereinzelt ausgegebene Arbeitsblätter und Lehrbuchzitate in ein Raster von Themenüberschriften, Stichworten und Leitfragen integrieren möchte. In diesen Rahmen könnten dann nach und nach Simulationsprogramme aus öffentlichen Sammlungen im Internet eingefügt werden<sup>9</sup>. Außerdem gibt es inzwischen kostenlose, intuitiv zu bedienende Werkzeuge, mit denen sich sehr schnell individuelle Simulationsprogramme auf der Basis von Java Applets erstellen lassen<sup>10</sup>. Diese lassen sich nun genauso leicht in zusätzliche Tabellenzeilen einfügen wie digitalisierte Videoclips aus einer nachträglich erworbenen Sammlung von digitalisierten Lehrfilmen. Als Medien kommen CD-ROM bzw. DVD oder auch das Internet in Frage. Java-Applets lassen

sich auch auf Disketten verteilen und in einem beliebigen Webbrowser ausführen.

Wir glauben, dass dieser kostengünstige Ansatz einzelne Hochschullehrer bzw. -lehrerinnen auch in die Lage versetzen kann, ihre Lehrinhalte eigenständig für eine technisch aufwändigere Multimediaproduktion vorzubereiten. Denn die tabellarischen Lernanleitungen sind in einem sehr frühen, vorläufigen Stadium in der Lehre einsatzbereit. Daher kann ein Dozent bereits Rückmeldungen von Studierenden erhalten, während er sich um weitere Fördermittel bemüht. Diese praktischen Erfahrungen dürften dazu beitragen, dass eine spätere, technisch komplexere virtuelle Lernumgebung besser auf die Bedürfnisse der Lernenden eingehen kann und die Erprobung neuartiger Technologien nicht zum Selbstzweck wird.

<sup>1</sup> FiPS – Früheinstieg ins Physikstudium:  
<http://fips-server.physik.uni-kl.de>

<sup>2</sup> Ein Beispiel sind die von uns zur Vorbereitung auf das FiPS-Studium empfohlenen Leitprogramme zur „Physik für Physiker“ von Klaus Weltner, die künftig vom Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg nur noch auf CD-ROM herausgeben werden.

<sup>3</sup> Einen ersten Vorschlag für die Bearbeitungsintensität  $F$  erhält man schnell aus Anzahl der zu lesenden Seiten  $s$  und der veranschlagten Bearbeitungszeit  $t$  nach der Formel  $F = c \cdot s/t$ . Die Konstante  $c$  ergibt sich aus der Art des zugrundeliegenden Lehrtextes als ein Erfahrungswert, der zu Werten für  $F$  zwischen 1 und 5 führt. Den Studierenden wird mitgeteilt, dass sie alle Bearbeitungszeiten für sich nochmals mit einem individuellen Faktor skalieren sollten, dass diese Zeit aber die relative Bedeutung des Abschnitts im Curriculum und die damit verbundene Arbeit („ $W$ “) widerspiegelt. So ergibt sich als *Eselsbrücke* der Vergleich der Bearbeitungsintensität mit einer Kraft  $F=W/s$ , die letztlich für eine (einigermaßen) gleichmäßige Belastung „ $P = W/t$ “ der Studierenden sorgt. Bei kurzen Abschnitten mit geringer Seitenzahlen wird man von der oben vorgeschlagenen Formel für die Bearbeitungsintensität abweichen. Eine Tabellenkalkulation ermöglicht die effiziente Anpassung der Parameter in jeder Richtung.

<sup>4</sup> Interaktive Bildschirmexperimente (IBE) sind hochgradig interaktive fotografische Darstellungen realer Experimente, die vom IFPL der TU Berlin hergestellt werden, <http://www.physik.tu-berlin.de/institute/IFPL/IBE/IBE.html>

<sup>5</sup> Physlets sind sehr flexibel konfigurierbare Java Applets zu vielen physikalischen Themen, die von Wolfgang Christian am Davidson College, North Carolina, U.S.A., angefertigt werden. <http://webphysics.davidson.edu/applets/applets.html>

<sup>6</sup> Der FiPS-Medienserver ist ein kostenlos erhältliches Tool, das es ermöglicht, Verweise zu beliebigen Multimedialelementen in einer Datenbank zusammenzufassen und zu dokumentieren. Neben Suchfunktionen und verkleinerten Vorschaubildern zeigt der FiPS-Medienserver Kommentare der Nutzer zu den einzelnen Medien an. Außerdem können Übungsaufgaben zu den Medien gestellt werden, wobei die Antworten der Nutzer sowie Lösungshinweise an die Nutzer ebenfalls vom Medienserver verwaltet werden. <http://fips-server.physik.uni-kl.de/medienserver>

<sup>7</sup> Autorenwerkzeuge reichen von sehr allgemein gehaltener Software zur Erstellung von Webseiten, Animationen und speziellen Multimedialelementen bis hin zu Lernplattformen, die den Dozenten gezielt bei der gesamten Organisation eines Onlinelehrebetriebs unterstützen. Hier findet ein Autor vorstrukturierte Darstellungsmöglichkeiten für Lehrinhalte, die Verwaltung von Studierenden und Tutoren mit verschiedenen Zugriffsrechten und vielfältige Online-Kommunikationsmittel, automatisierte Korrekturen von Übungsaufgaben u.a. Einen Überblick über derartige „Online Delivery Tools“, insbesondere im Hinblick auf die Unterstützung der Lehre und der Betreuung von Studierenden gibt <http://www.c2t2.ca/landonline/>. Wir empfehlen außerdem die Begutachtung von „LON-CAPA“, einer kostenlosen Lernplattform zur Organisation webbasierter Vorlesungen mit einem gemeinsamen (derzeit englischsprachigen) Fundus von physikalischen Lerneinheiten und automatisierten Übungsaufgaben verschiedener Autoren. Die LON-CAPA Projektgruppe an der Michigan State University, U.S.A., bietet auch die Zusammenarbeit bei der Weiterentwicklung von ModPerl-Modulen für Apache Server an (<http://www.lon-capa.org/>).

<sup>8</sup> Diskussionsforum: "Auf dem Weg zur virtuellen Hochschule" der BLK: Studieren im Netz: <http://www.studieren-im-netz.de>

<sup>9</sup> Merlot ist eine reichhaltige, referierte Sammlung von wissenschaftlichen Multimedialelementen im Web, <http://www.merlot.org>

<sup>10</sup> Physlet-Skriptoren sind Werkzeuge, mit denen sich Physlets® durch Mausklicks konfigurieren lassen, ohne dass eine Kenntnis der entsprechenden JavaScript-Anweisungen nötig ist, <http://pen.physik.uni-kl.de/physlets/scripors>